

## ADSORPSI BESI DAN BAHAN ORGANIK PADA AIR GAMBUT OLEH KARBON AKTIF KULIT DURIAN

Risa Arisna<sup>1\*</sup>, Titin Anita Zaharah<sup>1</sup>, Rudiyanasyah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,

Jl. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi, Pontianak

\*email: icha\_arisna@yahoo.com

### ABSTRAK

*Keberadaan logam besi dan bahan organik pada air gambut menyebabkan warna merah kecoklatan sehingga tidak layak untuk dikonsumsi. Telah dilakukan penelitian untuk mengurangi kandungan besi dan bahan organik pada air gambut menggunakan adsorben karbon aktif kulit durian. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh derajat keasaman (pH) dan waktu kontak terhadap adsorpsi besi dan bahan organik pada air gambut oleh karbon aktif kulit durian teraktivasi KOH 25% b/v. Arang kulit durian diaktivasi menggunakan KOH 25% b/v selama 24 jam dan dilanjutkan dengan pemanasan pada temperatur 110°C selama 6 jam. Pada penelitian ini, diperoleh optimasi penurunan konsentrasi Fe (II) di air gambut yaitu pada pH 3 dan waktu kontak 90 menit dengan persentase penurunan Fe (II) sebesar 81,61%. Sedangkan optimasi penurunan bahan organik di air gambut diperoleh pada pH 3 dan waktu kontak 15 menit dengan persentase penurunan bahan organik sebesar 9,04%.*

**Kata kunci :** adsorpsi, air gambut, bahan organik, besi, karbon aktif

### PENDAHULUAN

Air merupakan salah satu komponen yang penting bagi kehidupan. Namun demikian, air dapat menjadi masalah jika tidak tersedia sesuai dengan fungsinya, baik dari segi kualitas maupun kuantitasnya. Khusus dari segi kualitas misalnya air bersih yang digunakan harus memenuhi syarat secara fisik, kimia, dan mikrobiologi (Athena dkk., 2004). Beberapa daerah seperti Kalimantan masih terdapat kesulitan untuk memanfaatkan air permukaan sebagai sumber air baku yang secara teknis dikenal sebagai air gambut (Suriawiria, 1996).

Masyarakat yang bermukim di lahan gambut umumnya berisiko mengalami gangguan kesehatan karena mengonsumsi air yang bersifat asam yang bisa membuat gigi menjadi keropos. Air gambut memiliki intensitas warna yang tinggi yaitu berwarna merah kecoklatan dan memiliki pH rendah antara 2-5. Kalimantan Barat merupakan salah satu daerah yang banyak terdapat air gambut, sehingga perlu dilakukan metode untuk pengolahan air gambut sehingga dapat dimanfaatkan sesuai standar yang berlaku. Pengolahan air bersih dari air gambut dapat menggunakan metode

koagulasi dan metode adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses pengikatan suatu molekul dari fasa gas atau cairan ke dalam suatu adsorben dari suatu adsorbat. Salah satu bahan baku yang dapat dijadikan sebagai adsorben adalah kulit buah durian. Buah durian merupakan buah yang banyak terdapat di Kalimantan Barat. Kulit durian merupakan bagian dari durian yang tidak dimanfaatkan yang berpotensi untuk dijadikan karbon aktif karena kulit durian memiliki kandungan *carboxymethylcellulose* terbanyak sekitar 50%-60% dan lignin 5% (Soekardjo, 1990).

Karbon aktif dapat dimanfaatkan sebagai adsorben karena memiliki pori. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Apriani dkk., (2013) karbon aktif dapat menyerap Fe (II) di air gambut. Hasil penelitian Apriani dkk., (2013) menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi Fe (II) pada air gambut dengan karbon aktif kulit durian yang telah diaktivasi dengan larutan KOH 25% b/v adalah sebanyak 85,38%, dari 2,6 mg/L menjadi 0,38 mg/L. Selain itu, penggunaan karbon aktif sebagai adsorben juga dapat digunakan untuk mengurangi kadar bahan organik pada air limbah industri dengan efisiensi adalah 94,45% (Aluyor dan Badmus, 2008).

Proses adsorpsi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain pH, waktu kontak, temperatur, konsentrasi adsorbat, dan ukuran molekul adsorbat. Oleh karena itu, pada penelitian ini akan diamati pengaruh pH dan juga waktu kontak terhadap penurunan konsentrasi besi dan bahan organik di air gambut menggunakan karbon aktif yang berasal dari kulit durian.

## METODOLOGI

### Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain alat-alat gelas, ayakan 120 mesh, bulb, kertas saring, neraca analitik, oven, pemanas listrik, pH meter, sentrifuse, *shaker*, spektrofotometer UV-Vis Agilent Cary, spektrofotometer serapan atom Varian AA 240FS, statif, tanur dan termometer.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain H<sub>2</sub>O, indikator amilum, iodin, H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, HNO<sub>3</sub>, KI, KMnO<sub>4</sub>, KOH, metilen biru, NaOH, Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>Fe(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O, sampel air gambut yang diambil di Jl. Sepakat II Pontianak dan sampel kulit durian yang diambil dari limbah di Jl. Teuku Umar Pontianak.

### Prosedur Penelitian

#### Pembuatan Karbon Aktif Kulit Durian

Kulit durian dicuci dan dipotong dengan ukuran kecil selanjutnya dikeringkan. Pembuatan karbon aktif dari kulit durian dilakukan dengan mengadopsi metode Apriani dkk (2013), yaitu sampel kulit durian dipanaskan di dalam tanur pada temperatur 400 °C selama 2 jam. Hasil karbonisasi kemudian digerus dan diayak menggunakan ayakan 120 mesh. Setelah itu dilakukan proses aktivasi, yaitu arang direndam dalam larutan KOH dengan konsentrasi yaitu 25% b/v selama 24 jam.

Karbon aktif kulit durian dicuci menggunakan larutan HCl 0,5 N sebanyak 1 L kemudian dicuci lagi menggunakan H<sub>2</sub>O hingga pH netral (Chandra *et al.*, 2006). Kemudian dilakukan pengeringan karbon aktif dalam oven selama 6 jam pada temperatur 105-110°C.

### Karakterisasi Karbon Aktif

Karakterisasi karbon aktif dari kulit durian dilakukan dengan cara menentukan kadar air, kadar abu, bilangan iodin, daya serap terhadap metilen biru dan luas permukaan spesifik berdasarkan SNI 06-3730-1995.

#### Penentuan Kandungan Bahan Organik Air Gambut dengan Metode Permanganometri (SNI 06-6989.22-2004)

Sebanyak 100 mL sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan dimasukkan 3 butir batu didih. Kemudian ditambahkan KMnO<sub>4</sub> 0,01 N beberapa tetes ke dalam sampel hingga warna merah muda. Selanjutnya ditambahkan 5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 8 N lalu dipanaskan pada suhu 105°C ± 2°C. Selanjutnya ditambahkan 10 mL larutan baku KMnO<sub>4</sub> 0,01 N, dipanaskan hingga mendidih selama 10 menit. Kemudian ditambahkan 10 mL larutan H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub> 0,01 N lalu dititrasikan dengan KMnO<sub>4</sub> 0,01 N hingga warna merah muda. Perlakuan ini dilakukan sebanyak 3 kali (triplo).

Persamaan nilai permanganat dapat diketahui pada persamaan sebagai berikut:

$$\text{mg/L KMnO}_4 = \frac{[(10-a)b - (10 \times c)] \times 1 \times 31,6 \times 1000}{d}$$

dimana, a = volume KMnO<sub>4</sub> 0,01 N yang dibutuhkan pada titrasi

b = normalitas KMnO<sub>4</sub> yang sebenarnya

c = normalitas H<sub>2</sub>C<sub>2</sub>O<sub>4</sub>

d = volume sampel

#### Penentuan Hubungan Absorbansi Air Gambut dengan Bilangan Permanganat

Penentuan hubungan absorbansi air gambut dengan bilangan permanganat dapat dilakukan dengan membuat kurva kalibrasi antara absorbansi air gambut dengan bilangan permanganatnya. Penentuan hubungan absorbansi air gambut dengan bilangan permanganat, pertama-tama yaitu dengan menentukan bilangan permanganat air gambut dengan variasi pengenceran yaitu 30 kali, 40 kali, 50 kali, 60 kali dan 70 kali. Selanjutnya diukur absorbansi air gambut dengan variasi pengenceran yang sama pada panjang gelombang 254 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Oleh karena itu, berdasarkan kurva hubungan antara

absorbansi air gambut dengan bilangan permanganatnya akan diperoleh suatu persamaan garis lurus. Kandungan bahan organik pada air gambut sebelum dan setelah adsorpsi dapat ditentukan dengan cara mensubstitusikan absorbansi air gambut sebelum dan setelah adsorpsi pada persamaan garis linear yang diperoleh.

#### **Penentuan pH Optimum Adsorpsi Besi (Safrianti, dkk., 2012)**

Karbon aktif kulit durian sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam 100 mL air gambut, dimana pH air gambut divariasikan (3, 4, 5, 6 dan 7). Pengaturan pH menggunakan larutan HCl 0,1 M dan larutan NaOH 0,1 M. Kemudian diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit. Selanjutnya, larutan didiamkan selama 15 menit dan disaring. Kandungan Fe (II) dalam fitrat diukur dengan SSA pada panjang gelombang 248,3 nm. Perlakuan ini dilakukan secara triplo. Penelitian ini juga menggunakan larutan sampel Fe (II) dengan konsentrasi 5 mg/L dari larutan  $(\text{NH}_4)_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebagai pembanding pada adsorpsi Fe (II) menggunakan sampel air gambut.

#### **Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Besi (Safrianti, dkk., 2012)**

Karbon aktif kulit durian sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam 100 mL air gambut dengan pH larutan optimum. Kemudian diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm dan waktu kontak yang bervariasi yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit. Selanjutnya, larutan didiamkan selama 15 menit dan disaring. Kandungan Fe (II) dalam fitrat diukur dengan SSA pada panjang gelombang 248,3 nm. Perlakuan ini dilakukan secara triplo. Penelitian ini juga menggunakan larutan sampel Fe (II) dengan konsentrasi 5 mg/L dari larutan  $(\text{NH}_4)_3\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  sebagai pembanding pada adsorpsi Fe (II) menggunakan sampel air gambut.

Efisiensi penurunan Fe (II) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi (\% penurunan)} = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100\%$$

Dimana,  $C_o$  = Konsentrasi awal logam (mg/L)

$C_i$  = Konsentrasi akhir logam (mg/L)

#### **Penentuan pH Optimum Adsorpsi Bahan Organik (Mawaddah, 2014)**

Karbon aktif kulit durian sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam 100 mL air gambut, dimana pH air gambut divariasikan (3, 4, 5, 6 dan 7). Pengaturan pH menggunakan larutan HCl 0,1 M dan larutan NaOH 0,1 M. Kemudian diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm selama 60 menit. Selanjutnya, larutan didiamkan selama 15 menit dan disaring. Kandungan bahan organik pada air gambut diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 254 nm dan diukur bilangan permanganatnya. Perlakuan ini dilakukan secara triplo.

#### **Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Bahan Organik (Mawaddah, 2014)**

Karbon aktif kulit durian sebanyak 1 gram dimasukkan kedalam 100 mL air gambut dengan pH optimum. Kemudian diaduk menggunakan *shaker* dengan kecepatan 150 rpm dan waktu kontak yang bervariasi yaitu 10, 15, 30, 45 dan 60 menit. Selanjutnya, larutan didiamkan selama 15 menit dan disaring. Kandungan bahan organik pada air gambut diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 254 nm dan diukur bilangan permanganatnya. Perlakuan ini dilakukan secara triplo.

Efisiensi penurunan bahan organik pada air gambut dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Efisiensi (\% penurunan)} = \frac{C_o - C_i}{C_o} \times 100\%$$

Dimana,  $C_o$  = Konsentrasi awal logam (mg/L)

$C_i$  = Konsentrasi akhir logam (mg/L)

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **Pembuatan Karbon Aktif**

Karbonisasi merupakan proses pemecahan bahan-bahan organik menjadi karbon. Kulit durian dikarbonisasi pada suhu 400 °C selama 2 jam. Proses karbonisasi

bertujuan untuk dekomposisi material dan menghasilkan material yang memiliki daya serap yang tinggi (Atmoko dkk., 2012).

Hasil karbonisasi kemudian dihaluskan dan diayak dengan ukuran 120 mesh untuk memperoleh ukuran yang seragam. Selanjutnya dilakukan aktivasi secara kimia menggunakan larutan KOH 25% b/v yang bertujuan untuk membuka pori yang terdapat pada karbon dengan cara menghilangkan tar, dehidrasi air yang terjebak dalam pori-pori karbon, dan membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan pada saat proses karbonisasi. Penggunaan larutan KOH 25% b/v sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Aprianti dkk., (2013) menunjukkan bahwa karbon aktif memiliki ukuran rata-rata pori 8,277  $\mu$  m dengan efisiensi penurunan kadar Fe sebesar 85,38%.

Setelah proses aktivasi, karbon aktif dicuci menggunakan larutan HCl 0,1 N. Tujuan pencucian adalah untuk melarutkan ion-ion logam atau garam-garam mineral dan tar yang masih terdapat di dalam karbon aktif yang tidak terlepas pada proses pemanasan di tahap aktivasi (Irma, 2014). Selanjutnya untuk mencapai pH netral, karbon aktif dicuci menggunakan air demineral. Selanjutnya karbon aktif dikeringkan dalam oven pada temperatur 105°C selama 6 jam untuk menghilangkan kadar air yang terkandung dalam karbon aktif.

### Preparasi Air Gambut

Sampel air gambut yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh di Jl. Sepakat II, Pontianak. Proses pertama yang dilakukan adalah penyaringan sampel air gambut yang bertujuan untuk menghilangkan pengotor yang ada di dalam air gambut seperti ranting pohon, daun atau tanah gambut yang ikut terambil. Sampel air gambut yang diperoleh diukur pH air gambutnya menggunakan pH meter, kadar besi dan kadar bahan organik awalnya. Hasil pengukuran air gambut sebelum adsorpsi disajikan pada tabel berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Air Gambut Sebelum Adsorpsi

| Parameter | Hasil | Standar air bersih |
|-----------|-------|--------------------|
|-----------|-------|--------------------|

|               | pengukuran  | (PERMENKES No 416 Tahun 1990) |
|---------------|-------------|-------------------------------|
| pH            | 3,85        | 6,5 – 9,0                     |
| Besi (Fe)     | 1,3434 mg/L | 1,0 mg/L                      |
| Bahan organik | 530,28 mg/L | 10 mg/L                       |

Hasil tersebut menunjukkan bahwa kandungan besi (Fe) dan bahan organik yang ada di dalam air gambut sangat tinggi. Kandungan besi (Fe) dan bahan organik dalam air gambut menyebabkan warna air gambut menjadi merah kecoklatan. Selain dilakukan pengukuran kadar besi (Fe) dan bahan organik, juga dilakukan pengukuran pH air gambut. pH air gambut yang diperoleh adalah 3,85. pH air gambut tersebut menunjukkan bahwa sampel air gambut bersifat asam. Oleh karena itu, jika kandungan kandungan bahan organik pada air gambut itu cukup tinggi maka pH air gambut akan semakin bersifat asam.

### Kualitas Karbon Aktif

Karakterisasi karbon aktif dari kulit durian dilakukan agar hasil karbon aktif yang diperoleh dapat diketahui kualitasnya. Kualitas karbon aktif dari kulit durian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Kualitas karbon aktif kulit durian

| Parameter               | Karbon aktif kulit durian   | SNI 06-3730-1995 |
|-------------------------|---|------------------|
| Kadar air               | 6,63%   | Maks.15%         |
| Kadar abu               | 4,24%   | Maks.10%         |
| Bilangan iodine         | 1083,57 mg/g  | 750 mg/g         |
| Daya serap metilen biru | 773,08 mg/L   | Min.120 mg/L     |
| Luas permukaan spesifik | Sebelum aktivasi = 427,45 m <sup>2</sup> /g<br>Setelah aktivasi = 2861,56 m <sup>2</sup> /g |                  |

Penentuan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif, dimana karbon aktif memiliki sifat afinitas yang besar terhadap air. Semakin rendah kadar air maka semakin banyak tempat dalam pori yang dapat ditempati oleh adsorbat sehingga adsorpsi dapat berlangsung secara optimal (Mu'jizah, 2010). Besar nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini masih memenuhi kualitas SNI 06-3730-1995 yaitu 6,63%. Oleh karena itu, karbon aktif kulit durian pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik

sehingga akan meningkatkan kemampuan adsorpsi.

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui kandungan sisa garam-garam mineral dalam karbon aktif yang tidak terbuang saat karbonisasi dan aktivasi. Kadar abu akan mempengaruhi kualitas karbon aktif sebagai adsorben. Menurut Mu'jizah (2010), kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang sehingga mempengaruhi adsorpsi yang terjadi. Kadar abu karbon aktif yang diperoleh pada penelitian ini yaitu 4,24% dan masih memenuhi standar SNI 06-3730-1995 yaitu kadar abu karbon aktif maksimal 10%. Oleh karena itu, karbon aktif kulit durian pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik untuk dijadikan sebagai adsorben.

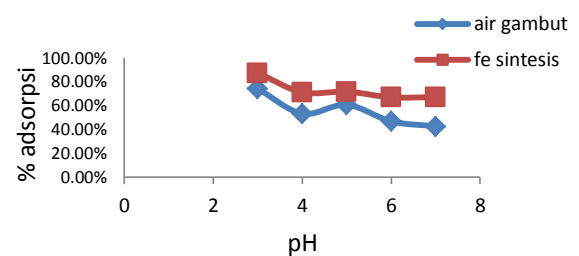
Penentuan daya serap karbon aktif terhadap larutan iodin mengindikasikan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi logam besi karena besi dan iodium memiliki ukuran jari-jari kecil yaitu kurang dari 10 Angstrom. Berdasarkan SNI 06-3730-1995, besarnya nilai bilangan iodin karbon aktif kulit durian yang dihasilkan dalam penelitian ini sudah memenuhi standar yaitu minimal 750 mg/g. Tinggi rendahnya daya serap karbon aktif terhadap larutan iodium menunjukkan bahwa karbon aktif memiliki luas permukaan yang lebih besar. Oleh karena itu, karbon aktif kulit durian pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik sehingga dapat digunakan untuk mengadsorpsi logam besi pada air gambut.

Penentuan daya serap metilen biru mengindikasikan kemampuan karbon aktif untuk mengadsorpsi bahan organik karena metilen biru dan bahan organik merupakan zat-zat yang memiliki ukuran jari-jari besar berkisar 15-25 Angstrom atau 1,5-2,5 nm. Besarnya konsentrasi metilen biru yang teradsorpsi digunakan untuk menghitung luas permukaan karbon aktif. Pada penelitian ini terlihat bahwa karbon aktif kulit durian mengalami peningkatan luas permukaan dengan adanya proses aktivasi. Oleh karena itu, karbon aktif kulit durian yang diperoleh pada penelitian ini memiliki kualitas yang baik dan dapat digunakan untuk menurunkan kadar besi dan

kandungan bahan organik yang ada pada air gambut.

### Penentuan pH Optimum Adsorpsi Besi

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi adsorpsi ion logam dalam larutan. Penentuan pH larutan bertujuan untuk mengetahui kondisi larutan yang optimum dalam proses adsorpsi Fe (II) oleh karbon aktif kulit durian. Penentuan pH optimum dilakukan dengan variasi pH 3, 4, 5, 6 dan 7. Pengaruh pH terhadap persentase adsorpsi Fe (II) disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan antara pH terhadap efisiensi adsorpsi Fe (II)

Gambar 1 menunjukkan bahwa kondisi pH optimum adsorpsi Fe (II) adalah pada pH 3. Hal ini disebabkan pada kondisi tersebut kompetisi antara ion  $H^+$  dengan ion logam  $Fe^{2+}$  menjadi berkurang, sehingga semakin banyak logam yang dapat diadsorpsi. Selain itu, sampel air yang digunakan pada penelitian ini adalah air gambut yang mana air gambut adalah air permukaan yang memiliki pH 3,85.

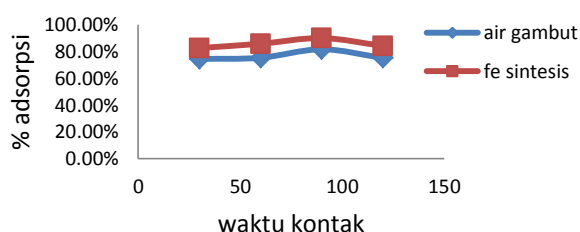
Berdasarkan uji statistik ANOVA menggunakan uji *least significant difference* (LSD) menunjukkan bahwa pada derajat kepercayaan 95%, adsorpsi Fe (II) baik di air gambut maupun Fe (II) pada berbagai pH berbeda secara signifikan. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa pH optimum dalam penelitian ini adalah pH 3.

Pada pH 3, ion logam akan membentuk  $Fe^{2+}$  sehingga proses adsorpsi akan lebih mudah terjadi. Sedangkan efisiensi adsorpsi Fe (II) mengalami penurunan dari pH 4 hingga pH 7. Pada pH 4 hingga pH 7, ion logam Fe dapat membentuk endapan hidroksida sehingga proses adsorpsi sulit terjadi. Efisiensi adsorpsi Fe (II) di air gambut dan Fe (II)

sintesis berturut-turut adalah 74,28 % dan 87,73 %.

### Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Besi

Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai efisiensi adsorpsi. Tujuan penentuan waktu kontak adalah untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan arang aktif dalam mengadsorpsi ion logam dengan maksimal. Penentuan waktu kontak dilakukan dengan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit. Pengaruh waktu kontak terhadap persentase adsorpsi Fe (II) disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan antara waktu kontak terhadap efisiensi adsorpsi Fe (II)

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa waktu kontak optimum adsorpsi Fe (II) oleh karbon aktif kulit durian adalah pada waktu kontak 90 menit. Pada waktu kontak 30 menit dan 60 menit, efisiensi adsorpsi Fe (II) maupun Fe (II) sintesis oleh karbon aktif kulit durian masih rendah. Hal ini dapat terjadi karena ion logam Fe belum cukup waktu untuk berinteraksi dengan adsorben, artinya belum banyak gugus aktif yang berperan dalam mengadsorpsi logam besi (Handayani, 2010).

Berdasarkan uji statistik ANOVA menggunakan uji *least significant difference* (LSD) menunjukkan bahwa pada derajat kepercayaan 95%, adsorpsi Fe (II) baik di air gambut maupun Fe (II) sintesis pada waktu kontak 90 menit berbeda signifikan dengan waktu kontak 30, 60 dan 120 menit. Berdasarkan data yang diperoleh, waktu kontak optimum 90 menit memberikan hasil yang terbaik.

Pada waktu kontak 90 menit, efisiensi adsorpsi Fe (II) mencapai kondisi yang optimum. Hal ini dimungkinkan sisi aktif adsorben karbon aktif yang berinteraksi dengan ion logam Fe (II) mencapai kesetimbangan pada waktu kontak 90

menit. Kemudian pada waktu kontak 120 menit, efisiensi adsorpsi ion logam Fe (II) oleh karbon aktif kulit durian mengalami penurunan dikarenakan mengalami proses desorpsi (Sulistiyawati, 2008). Persentase penurunan adsorpsi besi terhadap pengaruh pH dan waktu kontak disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Efisiensi adsorpsi Fe (II) terhadap pengaruh pH dan waktu kontak

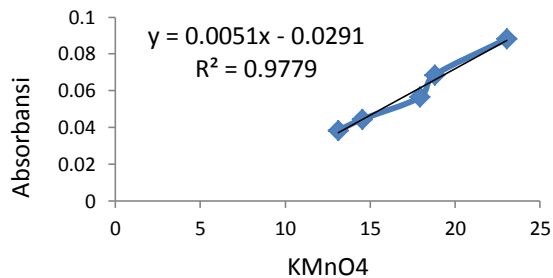
| Sampel             | Parameter    | Efisiensi adsorpsi |
|--------------------|--------------|--------------------|
| Fe (II) air gambut | pH           | 74,28%             |
|                    | waktu kontak | 87,73%             |
| Fe (II) sintesis   | pH           | 81,61%             |
|                    | waktu kontak | 90,01%             |

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa efisiensi adsorpsi Fe (II) sintesis lebih besar dibandingkan efisiensi adsorpsi Fe (II) pada air gambut. Hal ini dapat terjadi karena pada air gambut terdapat logam lain seperti Mn sehingga karbon aktif akan mengadsorpsi Fe dan logam lain tersebut sedangkan pada Fe (II) sintesis hanya terdapat logam Fe sehingga karbon aktif kulit durian hanya mengadsorpsi Fe. Akibatnya persentase efisiensi adsorpsi Fe (II) di air gambut lebih rendah dibandingkan efisiensi adsorpsi Fe (II) sintesis.

### Hubungan Absorbansi dan Bilangan Permanganat

Kandungan bahan organik yang teradsorpsi oleh karbon aktif kulit durian diukur dengan membandingkan absorbansi air gambut sebelum dan sesudah adsorpsi dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 254 nm dan bilangan permanganatnya (Juliawati, 2011). Kandungan bahan organik pada air gambut dapat dihitung berdasarkan hubungan antara absorbansi dan bilangan permanganat air gambut. Semakin besar absorbansi dan bilangan permanganat, maka kandungan bahan organik yang terdapat pada air gambut juga akan semakin besar. Bilangan permanganat menunjukkan jumlah bahan organik yang terdapat pada air gambut. Hubungan absorbansi dengan bilangan permanganat air gambut disajikan pada Gambar 1.





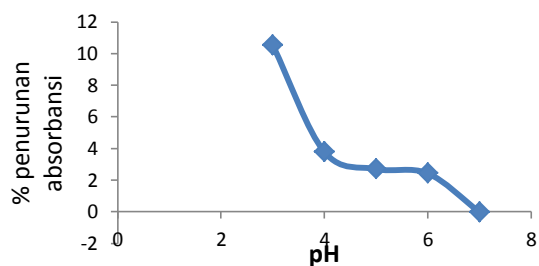
Gambar 3. Hubungan absorbansi dan bilangan permanganat

Berdasarkan Gambar 3, absorbansi bahan organik pada air gambut berbanding lurus dengan bilangan permanganatnya. Hal ini berarti semakin tinggi absorbansi air gambut maka bilangan permanganat juga akan semakin tinggi. Berdasarkan grafik hubungan absorbansi air gambut dan bilangan permanganat diperoleh persamaan garis lurus  $y = 0,005x - 0,029$ . Oleh karena itu, dari persamaan garis lurus yang diperoleh tersebut dapat ditentukan kandungan bahan organik air gambut sebelum dan setelah adsorpsi dengan cara mengukur absorbansi air gambut.

#### Penentuan pH Optimum Adsorpsi Bahan Organik pada Air Gambut

Penentuan pH optimum adsorpsi bahan organik pada air gambut dilakukan dengan mengaplikasikan karbon aktif dari kulit durian pada berbagai variasi pH yaitu pH 3 hingga pH 7. Menurut Arnarson dan Keil (2000), pH dapat mempengaruhi proses adsorpsi dimana proses adsorpsi bahan organik meningkat dengan menurunnya pH.

Pengaruh variasi pH terhadap penurunan absorbansi air gambut ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan waktu kontak terhadap penurunan absorbansi bahan organik

Berdasarkan Gambar 4, kondisi pH optimum penurunan absorbansi air gambut adalah pada pH 3. Pada pH 3 persentase penurunan absorbansi dalam air gambut sebesar 10,97%. Sedangkan pada pH 4 hingga pH 7 terjadi penurunan persentase absorbansi bahan organik air gambut. Berdasarkan uji statistik ANOVA menggunakan uji *least significant difference* (LSD) menunjukkan bahwa pada derajat kepercayaan 95%, persentase penurunan bahan organik air gambut pada pH 3 berbeda signifikan dengan pH 4, 5, 6 dan 7. Oleh karena itu, pH optimum untuk adsorpsi bahan organik pada air gambut adalah pH 3.

Berdasarkan persamaan garis lurus  $y = 0,005x - 0,029$  (Gambar 3) dapat ditentukan nilai bilangan permanganat dengan cara mensubstitusikan nilai absorbansi air gambut ke dalam persamaan garis tersebut. Penggunaan karbon aktif kulit durian mampu menurunkan persentase bilangan permanganat sebesar 10,54%.

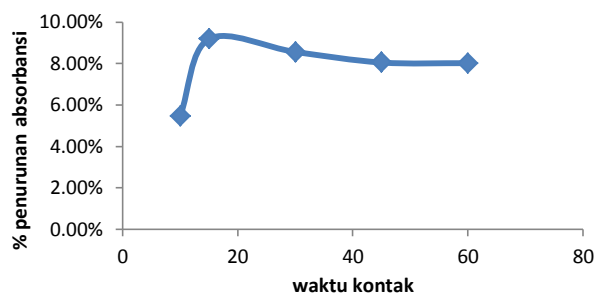
Berdasarkan hal tersebut di atas, dapat disimpulkan bahwa pH mempengaruhi proses adsorpsi. Hal ini disebabkan pada kondisi tersebut kompetisi antara ion  $H^+$  dengan bahan organik menjadi berkurang, sehingga semakin banyak bahan organik yang dapat diadsorpsi.

#### Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi Bahan Organik pada Air Gambut

Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi nilai efisiensi adsorpsi. Waktu kontak pada proses adsorpsi berkaitan dengan kesempatan yang diberikan kepada bahan organik yang terdapat pada air gambut untuk berinteraksi dengan permukaan karbon aktif. Tujuan penentuan waktu kontak adalah untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan karbon aktif dalam mengadsorpsi bahan organik dengan maksimal. Penentuan waktu kontak dilakukan dengan variasi waktu yaitu 10, 15, 30, 45 dan 60 menit. Pengaruh waktu kontak terhadap persentase penurunan bahan organik pada air gambut disajikan pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5, waktu kontak optimum yang dibutuhkan untuk menurunkan bahan organik air gambut

adalah 15 menit dengan persentase penurunan sebesar 9,04%. Hasil uji ANOVA diperoleh bahwa rata-rata penurunan absorbansi bahan organik air gambut pada berbagai variasi waktu kontak berbeda secara signifikan. Berdasarkan persamaan garis lurus  $y=0,005x - 0,029$  dapat ditentukan nilai bilangan permanganat dengan cara mensubstitusikan nilai absorbansi air gambut ke dalam persamaan garis tersebut. Penurunan kandungan bahan organik pada air gambut setelah adsorpsi dapat diketahui dari persentase penurunan bilangan permanganat. Penggunaan karbon aktif kulit durian mampu menurunkan persentase bilangan permanganat sebesar 9,04%.



Gambar 5 Grafik hubungan waktu kontak terhadap penurunan absorbansi bahan organik

Berdasarkan hal tersebut, dapat diketahui bahwa waktu kontak optimum dalam penurunan bahan organik air gambut adalah 15 menit. Pada waktu kontak 15 menit, efisiensi penurunan bahan organik air gambut mencapai kondisi yang optimum. Hal ini dimungkinkan sisi aktif adsorben karbon aktif yang berinteraksi dengan bahan organik mencapai kesetimbangan pada waktu kontak 15 menit. Sedangkan pada waktu kontak 10 menit terjadi persentase penurunan bahan organik. Hal ini disebabkan pada waktu kontak 10 menit belum cukup waktu bagi bahan organik untuk berinteraksi dengan permukaan karbon aktif. Kemudian pada waktu kontak di atas 15 menit yaitu pada waktu kontak 30, 45 dan 60 menit terjadi penurunan persentase absorbansi bahan organik pada air gambut. Hal ini menunjukkan bahwa telah mengalami proses desorpsi. Proses desorpsi terjadi dimana permukaan adsorben sudah mengalami kejenuhan dalam proses mengadsorpsi. Menurut

Juliawati (2011), waktu kontak yang lama mengakibatkan terlepasnya kembali bahan organik yang telah diadsorpsi pada permukaan karbon aktif, sehingga mengurangi persentase penurunan bahan organik yang diperoleh. Bahan organik yang mudah terlepas disebabkan karena proses adsorpsi yang terjadi merupakan adsorpsi secara fisika yang lemah.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

- Optimasi penurunan konsentrasi Fe (II) di air gambut oleh karbon aktif kulit durian diperoleh pada pH 3 dan waktu kontak 90 menit dengan persentase penurunan Fe (II) sebesar 81,61%.
- Optimasi penurunan bahan organik di air gambut oleh karbon aktif kulit durian diperoleh pada pH 3 dan waktu kontak 15 menit dengan persentase penurunan bahan organik sebesar 9,04%.

## DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts dan Sri, S.S., 1987, Metode Penelitian Air. Usaha Nasional, Surabaya.
- Aluyor, E. A and Badmus, A.M., 2008, COD Removal from Industrial Wastewater using Activated Carbon Prepared from Animal Hons, *African Journal of Biotechnology*, 7(21): 3887-3891.
- Apriani, R., Faryuni, I.D., dan Wahyuni, D., 2013, Pengaruh Konsentrasi Aktivator Kalium Hidroksida (KOH) terhadap Kualitas Karbon Aktif Kulit Durian sebagai Adsorben Logam Fe pada Air Gambut, *Jurnal Prisma Fisika*, 1 (2): 82-86.
- Athena, S., Hendro, M., Anwar, M., dan Haryono, 2004, Kandungan Bakteri Total Coli dan *E. coli*/ Fecal coli Air, Universitas Tanjungpura, Pontianak, (Skripsi).
- Lestari, S.,E. Sugiharto dan Mudasir., 2003, Studi Kemampuan Adsorpsi Biomassa *Saccharomyces Cerevisiae* yang Terimobilkan Pada Silika Gel terhadap Tembaga (II), *Teknosains*, 16A (3): 357-371.
- Mawaddah, D., Zaharah T.A., Gusrizal, 2014, Penurunan Bahan Organik Air Gambut menggunakan Biji Asam



- Jawa, *Jurnal Kimia Katulistiwa*, 3(1) : 27-31.
- Mu'jizah, S., 2010, Pembuatan dan Karakterisasi Karbon Aktif dari Biji Kelor (*Moringa oleifera lamk*) dengan NaCl sebagai Bahan Pengaktif, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Fakultas Sains dan Teknologi, Malang, (Skripsi)
- Safrianti, I., Wahyuni, N., dan Zaharah T.A., 2012, Adsorpsi Timbal (II) oleh Selulosa Limbah Jerami Padi Teraktivasi Asam Nitrat: Pengaruh pH dan Waktu, *Jurnal Kimia Katulistiwa*, 1 (1) : 1-7.
- Badan Standarisasi Nasional, 1995, SNI 06-3730-1995, Syarat Mutu dan Pengujian Arang Aktif: Arang Aktif Teknis.
- Badan Standarisasi Nasional, 2004, SNI 06-6989.22-2004, Air dan Air Limbah-Bagian 22: Cara Uji Nilai Permanganat Secara Titrimetri.
- Soekardjo, 1990, Kimia Anorganik: Cetakan kedua, Rineka Cipta, Jakarta.
- Suriawiria, U., 1996, Air Dalam Kehidupan dan Lingkungan Yang Sehat, Edisi ke-1, Alumni, Bandung.